

ОБ ОДНОМ РАСЧЕТЕ ВРАЩЕНИЯ РОТОРА ДАРЬЕ

Манатбаев Р.К., Сатымбеков А.М., Тулепбергенов А.К., Уалиев Ж.Р.
КазНУ им. аль-Фараби, г.Алматы, Республика Казахстан

В теоретических подходах к расчёту аэродинамики ветротурбин наибольшее развитие получили представления о взаимодействии трубки тока с вращающимся ветроколесом как активным проницаемым диском. Здесь получены все основные результаты: крутящий момент, связь мощности машины с энергией ветра, коэффициент использования энергии ветра и другие характеристики [1-6].

Для определения угловой скорости вращения ротора Дарье, при воздействии ветрового потока применяем теорему об изменении кинетического момента механической системы. Эта выражения в конечной форме имеет вид

$$\frac{dL_z}{dt} = M_{\text{турб}} + \sum M_i, \quad (1)$$

где L_z – кинетический момент ветротурбины, состоящей в данном случае из вала, маха и рабочей лопасти относительно оси z . $M_{\text{турб}}$ – вращательный момент, создаваемый рабочими лопастями турбины, который определялся во втором разделе данной работы, M_i – момент различных сил сопротивления.

Для турбины Дарье с двумя прямыми лопастями имеем

$$I = \frac{2}{3} r_0^2 m_m + r_0^2 m_l + r_v^2 m_v, \quad (2)$$

где r_0 – расстояние от оси вращения до лопастей (оно практически равно длине махов), r_v – радиус вала, передающего вращение генератору электрического тока, m_m , m_l , m_v – соответственно массы махов, лопастей, вала вращения.

Разность времени выразим

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{d\theta}{dt}, \quad (3)$$

где $d\theta$ – соответствует, углу поворота рабочей лопасти относительно оси z за промежуток времени dt ; T – затраченное время за один оборот турбины.

Отсюда следует написать

$$dt = \frac{T}{2\pi} d\theta = \frac{1}{\omega} d\theta, \quad (4)$$

В формулу (1) подставив (3) получим

$$\omega \frac{dL_z}{d\theta} = M_{\text{турб}} + \sum M_i, \quad (5)$$

Угловая скорость вращения турбины при воздействии жидкости поступающей из гидронасоса и меняющейся в зависимости от работы дросселя

$$I\omega \frac{d\omega}{d\theta} = M_{\text{турб}} + \sum M_i, \quad (6)$$

Формулу (6) напишем в разностном виде

$$I\omega \frac{\omega^{n+1} - \omega^n}{\theta^{n+1} - \theta^n} = M_{\text{турб}} + \sum M_i, \quad (7)$$

где $M_{\text{турб}} = (R_L \sin \alpha - R_D \cos \alpha) r_0$

$$\omega^{n+1} = \omega^n + \frac{(R_L \sin \alpha - R_D \cos \alpha) r_0 + \sum M_i}{I\omega^n} (\theta^{n+1} - \theta^n), \quad (8)$$

где ω^{n+1} и ω^n – соответственно, угловые скорости турбины в момент времени t^{n+1} и t^n ;

Таким образом, определения угловой скорости ω будет продолжаться, пока не сойдется к своему единственному значению. Результаты расчета приведены в виде графика на рисунках 1 и 2.

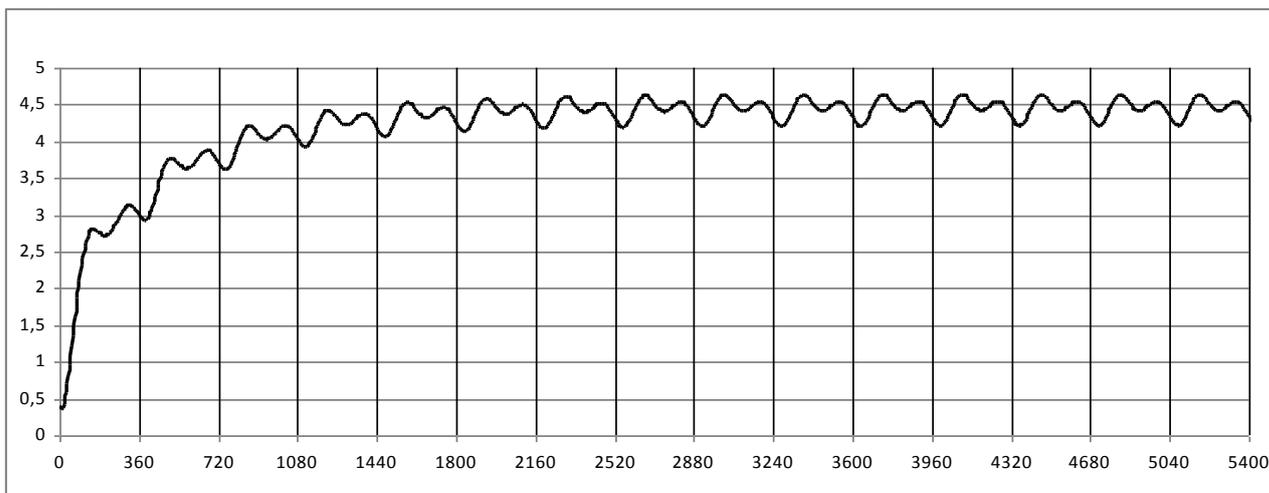


Рисунок 1 – График зависимости угловой скорости от положения движущейся рабочей лопасти при относительно малой величине $I=0,5$ и без учета сопротивления на турбину

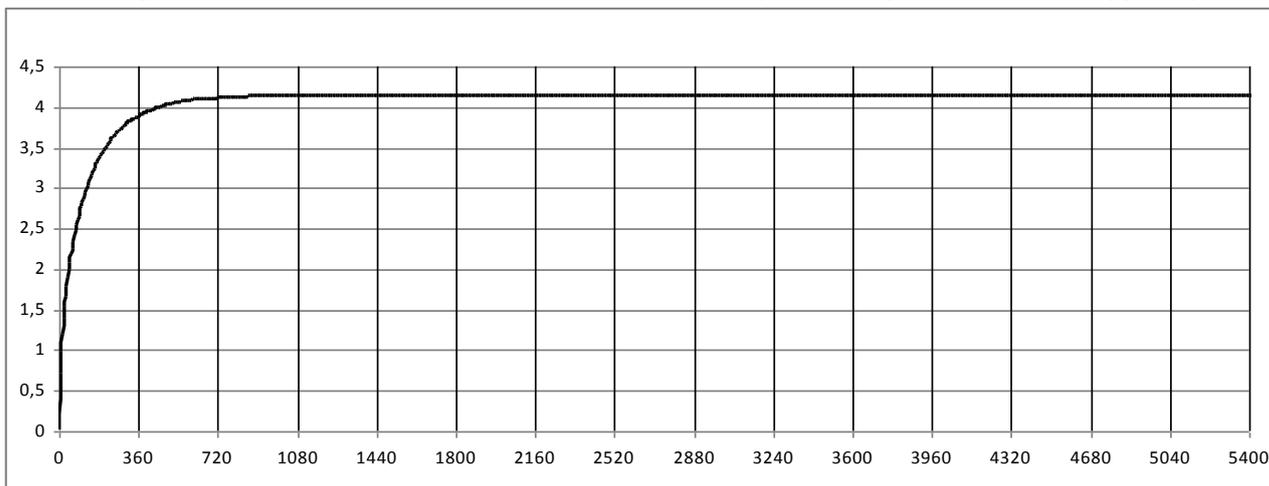


Рисунок 2 – График зависимости угловой скорости от положения движущейся рабочей лопасти при $I=0,5$ и с учетом сопротивления на турбину 5%

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Турян К. Дж., Стрикленд Дж., Х., Бэрг Д.Э. Мощность ветроэлектрических агрегатов с вертикальной осью вращения //Аэрокосмическая техника. – 1988. – № 8. – С. 105-121.
2. Моретти П.М., Дивон Л.В. Современные ветряные двигатели // В мире науки. – 1986. – № 8. – С. 10-12.
3. Tulepbergenov A.K., Sherniazov K.E. About one application of methods of the complex analysis in modeling wind turbine of round robin type //III КОНГРЕСС МАТЕМАТИКОВ ТЮРКСКОГО МИРА. – Kazakhstan, Almaty, 2009. – С.119.
4. Kenji Horiuchi, Izumi Ushiyama, Kazuichi Seki. Straight wing vertical axis wind turbines: A flow analysis //WIND ENGINEERING. – 2007. – Vol 29, №3. – P. 243–252.
5. Islam, M., Ting, D. S-K. and Fartaj, A. Desirable Airfoil Features for Smaller-Capacity Straight-Bladed VAWT //Wind Engineering. – 2007. – Vol. 31, №3. – P. 165–196.
6. Shahbaz Yershin, Ainakul Yershina, Manatbayev Rustem, Asylbek Tulepbergenov. Bi-Darrie windturbine //ASME–ATI–UIT 2010: Conference on Thermal and Environmental Issues in Energy Systems. – Sorrento, Italy, 2010. – P. 615-619.